

## 胃幽門および胆嚢の神経分布

金沢大学大学院医学系研究科がん医科学専攻がん局所制御学  
(旧講座名：外科学第二)  
(主任：三輪晃一教授)

茹

飛

近年、早期胃癌の手術は根治性だけでなく機能温存に向けて、研究が進められている。しかし、その基礎となる上腹部の自律神経系の解剖についての知識、ことに幽門と胆嚢への神経支配を明確にした報告はみられない。これらの神経を術中に損傷することは、胃癌手術後に生じる幽門機能不全や術後胆石の原因となっており、その解剖学的な裏付けがないことが病態を解明するうえの隘路となっている。本研究では10体の解剖実習体を用いて、胆嚢、幽門への神経分布形態及び肝神経叢との関係を実体顕微鏡下で微細解剖した。その結果、幽門への神経支配は幽門上部の神経枝と幽門後面・下部の神経枝とに分かれた。幽門上部への神経支配は三つの経路が認められた。第一は肝枝が肝門近くで前肝神経叢に参入する経路、この経路はすべての検体例に存在し、神経は右胃動脈に沿って幽門へ分布した。第二は肝胃間膜内を下降して右胃動脈に沿う神経に加入する経路で10例中5例に認められ、内4例は肝枝から分枝し、1例は前、後胃枝からの分枝であった。第三は迷走神経胃枝からの分枝が胃小弯に沿って下降し、右胃動脈に沿って走る神経に合流する経路で肝枝より細いが、すべての検体例で認められた。その他、幽門後部と下部では胃十二指腸動脈や右胃大網動脈・幽門下動脈に伴走する神経の参画が認められた。胆嚢への神経支配はこれまで明確でなかったが、前肝神経叢そして後肝神経叢由来であることが判明した。前肝神経叢と後肝神経叢からの枝は胆嚢管の周囲に繋がり、胆嚢神経叢を形成して、胆嚢に分布した。また胆嚢動脈に沿って胆嚢に分布する神経も確認された。肝枝から直接胆嚢へ分布する神経は本研究では観察されなかった。

**Key words** pylorus, gallbladder, right gastric artery, vagus, clinical anatomy

近年、胃癌診断の進歩・普及は目覚しく、胃癌手術例の60%を早期胃癌が占める時代になってきた。早期胃癌ではリンパ節転移率は約10%と低く、転移陰性例では標準手術であるD2郭清は不要で、郭清の縮小で術後の患者の生活の質 (quality of life, QOL) の低下を予防しようとする機運が高まっている。D2郭清ではリンパ節郭清の徹底を図るため自律神経系の温存は計られておらず、胃癌術後障害の原因のひとつとなっている。とりわけ、肝十二指腸間膜内での神経系は複雑で胆嚢、肝臓、胃などの臓器が密接な関係を保ちながら機能していることが容易に理解でき、この領域のリンパ節郭清による神経損傷が術後の臓器相関を破壊させていることが推測される。従って、この領域の神経温存が講じられるべきであるが、その基礎となる詳細な解剖の記載が乏しい。

胃は消化管の一部として自律神経の支配下に置かれ、副交感神経系である迷走神経と交感神経系である腹腔神経節からの神経枝による二重支配を受ける。迷走神経は左右いずれも食道の前後両面に分布し、下行するにつれてそれぞれ前迷走神経幹 (前幹) と後迷走神経幹 (後幹) にまとまっていく。前幹は前胃

枝と肝枝とに、後幹は後胃枝と腹腔枝とに大きく2分枝する。幽門を支配する神経は、迷走神経肝枝からの分枝が胃小網を通過して下降し、胃の幽門に至ると記載されている<sup>1)~4)</sup>。現在、多くの臨床医は迷走神経幽門枝は肝門近くで肝枝から別れ、肝十二指腸間膜を下降し、右胃動脈に沿って幽門に至ると理解している<sup>5)6)</sup>。幽門へ分布する神経は小網の肝胃間膜の中を走るのか、また肝十二指腸間膜を下降し、右胃動脈に沿って幽門へ分布するのかは外科手術にとって重要な意味を持つ。

胃切除後胆石症の成因については多くの研究がなされてきた。その結果複数の因子が重なって発生するとの見方が一般的である。その因子のひとつに胃癌の郭清操作にともなう迷走神経切離 (迷切) の影響があり、重要視されてきた。しかし、それに関しては不明な点も多い。胆嚢への神経分布の解剖学研究についてはこれまでいくつかの報告をみるが<sup>7)8)</sup>、詳しくはない。

本研究では、幽門および胆嚢の神経分布について、さらに肝神経叢との関連を明らかにするため、10体の解剖実習体を用いて実体顕微鏡下で検討した。

平成15年11月25日受付、平成16年1月6日受理

Abbreviations : Ao, aorta; ALGA, accessory left gastric artery; ASPDA, anterior superior pancreaticoduodenal artery; CA, cystic artery; CBD, common bile duct; CD, cystic duct; CeA, celiac artery; CHA, common hepatic artery; CL, caudal lobus; D, duodenum; E, esophagus; GB, gallbladder; GDA, gastroduodenal artery; HA, hepatic artery; IPyA,

## 対象及び方法

### I. 対象

1999 - 2000 年度の金沢大学医学部解剖学教室において、学生の解剖学実習に供された遺体、男性 5 例と女性 5 例（年齢 50 - 94 歳，平均 79 歳）を検索対象とした。

### II. 方法

解剖実習体の上腹部臓器（肝臓，脾臓，胃，食道下部，十二指腸，脾臓等）を横隔膜，腹部大動脈と門脈系および神経系（交感神経と迷走神経系，腹腔神経節および腹腔神経叢を含む）とともに一括して摘出した。

これら臓器の末梢神経を染色するために，0.001 % アリザリンレッド S (Alizarin Red S, 和光純薬株式会社，大阪) エタノール溶液に浸漬した。溶液は最初の 1 週間は 1 - 2 日毎に 1 回交換し，その後，脂肪の除去と染色の進行程度に応じ溶液を交換した。標本は 100 % エタノールに浸漬したまま実体顕微鏡下で微細解剖した。

検索対象領域は肝十二指腸間膜・小網・胃・胆嚢・十二指腸乳頭及び腹腔神経叢とした。神経の走行と周囲組織の関係を見分けるために，相関する静脈，動脈及び重要な組織を残し，剖出した神経はそれぞれ異なる色の糸でマークした。

観察結果は 6 × 6 版フィルムで撮影し，A1 板 PH 印画紙で写真とし，トレース後，細部をスケッチにより加筆した。

解剖学名は国際用語委員会 (Nomina Anatomica)<sup>9)</sup>によって命名されたものを用いた。

## 成 績

### I. 幽門への神経分布

大別して幽門上部と幽門後面・下部の 2 群に分かれた。

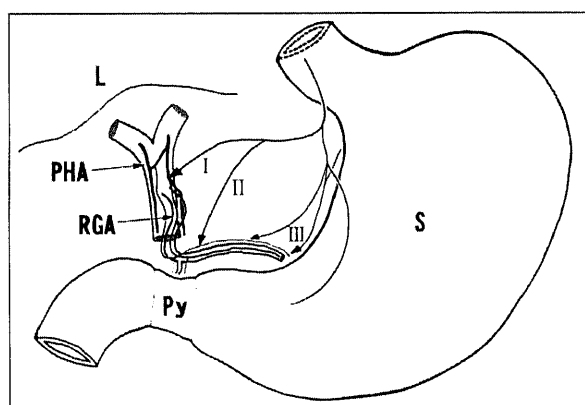


Fig. 1. Showing a simple diagram of three routes of innervation to the pylorus of superior part. I, Hepatic branch → hepatic plexus → right gastric artery → pylorus. II, Descending branch to the pylorus through the hepatogastric ligament. III, The nerves running from the gastric division. L, liver; PHA, proper hepatic artery; Py, pylorus; RGA, right gastric artery; S, stomach.

### 1. 幽門上部

幽門上部へ向かう神経は次の三つの経路が認められ，いずれの経路からの神経も右胃動脈周囲につながった。最終的に，幽門に分布する神経は右胃動脈に沿って走行する神経からの分枝であった (図 1)。全 10 例のうち，経路 I と III はすべての例に存在した，経路 II は 5 例に存在した。経路 II と III は肝胃間膜内を通り，経路 I は肝十二指腸間膜内の肝神経叢に合流した。

#### 1) 前肝神経叢から幽門への経路 (経路 I)

肝枝は前迷走神経幹から起こり，肝胃間膜を通過し，全例において肝十二指腸間膜内の前肝神経叢に合流した。本研究の 10 例中，前幹から分枝した肝枝の数は 1 本が 2 例，2 本が 1 例，3 本が 2 例，4 本が 4 例，5 本が 1 例であった。この肝枝は途中で分かれ，最終的に前肝神経叢に進入する枝の数は 10 例合計で 46 本，各症例では最低 3 本，最高 6 本，平均値約 5 本であった。進入部位は左右の肝管合流部より肝臓側の肝門，右胃動脈根部，そしてその中間とすると，それぞれ全例合計で 13 本，22 本，11 本で特異性はなかった。しかし，約 85 % の枝は左肝動脈の

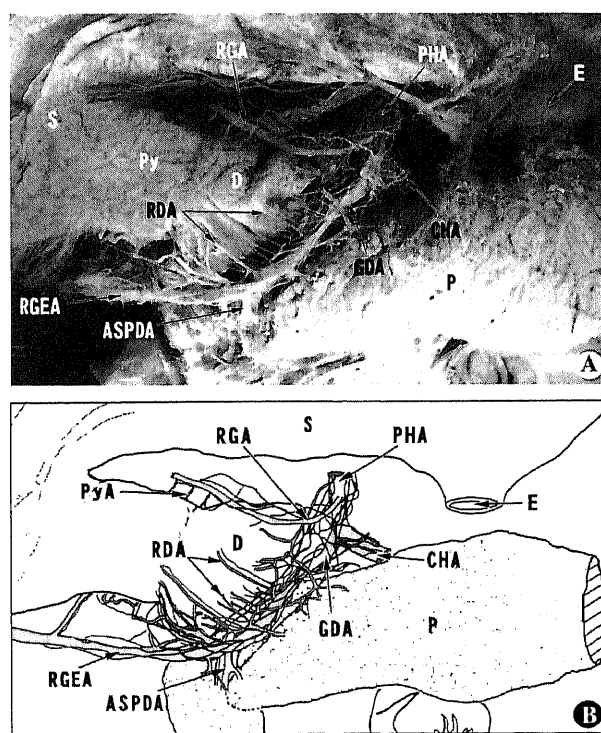


Fig. 2. Photograph (A) and diagram (B) showing an example of the innervation in the pylorus of posterior part. The nerves running along the retroduodenal artery and the infrapyloric artery reached the first duodenum posterior part and the pylorus of posterior pars. ASPDA, anterior superior pancreaticoduodenal artery; CHA, common hepatic artery; D, duodenum; E, esophagus; GDA, gastroduodenal artery; P, pancreas; Py, pylorus; PHA, proper hepatic artery; RDA, retroduodenal artery; RGA, right gastric artery; RGEA, right gastric epiploic artery; S, stomach. (X0.5)

infrapyloric artery; IVC, inferior vena cave; LGA, left gastric artery; L, liver; P, pancreas; PHA, proper hepatic artery; PSPDA, posterior superior pancreaticoduodenal artery; PV, portal vein; Py, pylorus; PyA, pyloric artery; RCeG, right celiac ganglion; RDA, retroduodenal artery; RGA, right gastric artery; RGEA, right gastric epiploic artery; S, stomach; SDA, supraduodenal artery; SMA, superior mesenteric artery

周囲及び右胃動脈起始部の左側にある前肝神経叢に流入することが判明した。1例で肝十二指腸間膜内に入った肝枝が前肝神経叢に参画することなく、右胃動脈根部に向い肝十二指腸間膜内の右胃動脈周囲で他の神経枝に合流した(症例10)。

ほかに、後迷走神経幹から発した肝枝が1例認められたが、走行途中で前幹からの肝枝に合流した(症例1)。

また、副左胃動脈を認めた2例では迷走神経肝枝は副左胃動脈に沿って前肝神経叢に進入していた(症例9・10)。

右胃動脈起始部周囲の前肝神経叢から発した2-3本の神経枝は肝十二指腸間膜内で右胃動脈に沿って胃壁に近づき分枝し、さらに幽門動脈に沿って幽門上部に至った。

## 2) 肝胃間膜を下降する経路(経路Ⅱ)

肝枝の起始部、あるいは途中から肝胃間膜を斜走して右胃動脈に沿う神経に連絡する走行が4例に認められた(症例2・6・9・10)。

また、前胃枝分枝で左胃動脈上・下行枝分岐部レベルから小網内を斜走し右胃動脈の神経枝に達するものが1例認められた(症例4)。

## 3) 前・後胃枝からの経路(経路Ⅲ)

肝胃間膜を通る前胃枝の胃角付近で分岐した神経が右胃動脈

に沿う神経と吻合し、幽門に分布する経路が観察された。この神経経路は肝枝より細いが10例すべてに存在し、2-3本であった。さらに、後胃枝からの連絡も2例に観察された(症例2・4)。

## 2. 幽門後面・下部

総肝動脈に纏わりつく前肝神経叢からの枝は、十二指腸第1部の後面と臍頭の間を通過して胃十二指腸動脈に沿って下降し、神経は胃十二指腸動脈の枝である十二指腸後動脈、または胃十二指腸動脈・右胃大網動脈の分枝である幽門下動脈(十二指腸下動脈あるいは幽門枝と呼ばれる)に沿って十二指腸第1部後壁、幽門及び幽門前庭部の後部・下部に分布した(図2A, B)。

幽門下動脈を認めた症例は10例中8例であった。このうち、胃十二指腸動脈から分枝したものが7例、右胃大網動脈から分枝したものが1例であった。胃十二指腸動脈に伴走する神経は途中から分枝し、幽門下動脈に沿って幽門下1/3部に分布していた(図3A, B)。

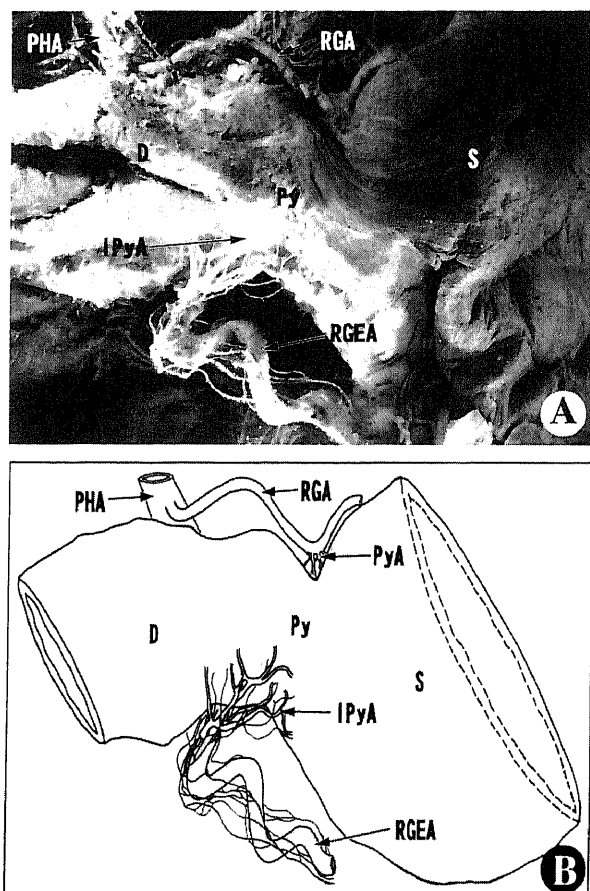


Fig. 3. Photograph (A) and diagram (B) showing an example of the innervation in the pylorus of inferior part. The nerves running along the infrapyloric artery to the pylorus of inferior part were depicted. D, duodenum; IPyA, infrapyloric artery; PHA, proper hepatic artery; Py, pylorus; PyA, pyloric artery; RGA, right gastric artery; RGEA, right gastric epiploic artery; S, stomach. (X0.7)

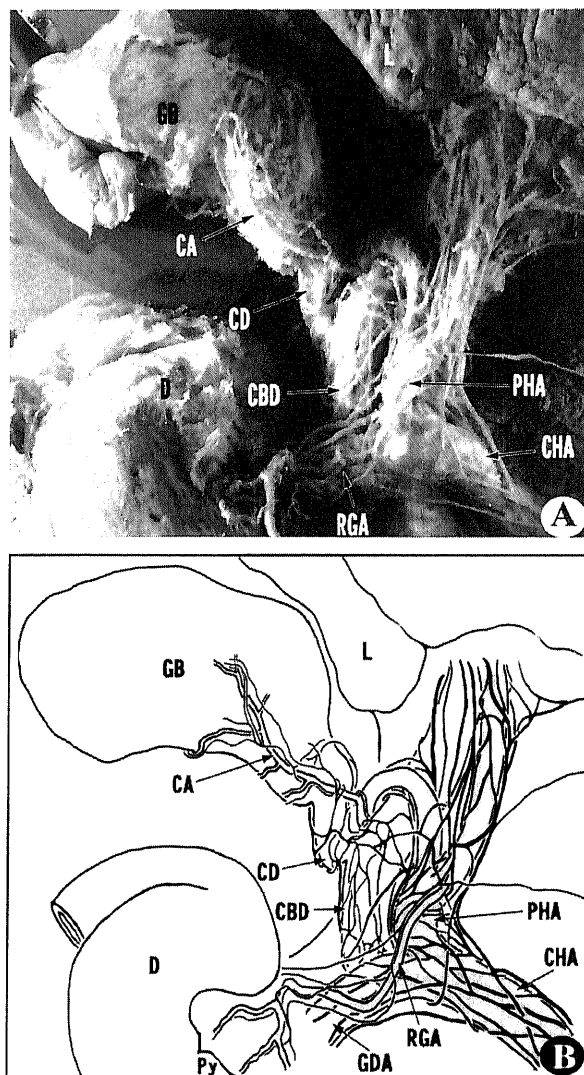


Fig. 4. Photograph (A) and diagram (B) showing an example of the innervation in the gallbladder of the anterior part. CA, cystic artery; CBD, common bile duct; CD, cystic duct; CHA, common hepatic artery; D, duodenum; GB, gallbladder; GDA, gastroduodenal artery; L, liver; PHA, proper hepatic artery; Py, pylorus; RGA, right gastric artery. (X0.6)

## Ⅱ. 胆嚢への神経分布

胆嚢への神経は前・後肝神経叢から発した。前肝神経叢は腹腔神経叢から由来した枝と迷走神経の肝枝から構成されていた。前肝神経叢は肝動脈に沿って分布するほか、総胆管の前に

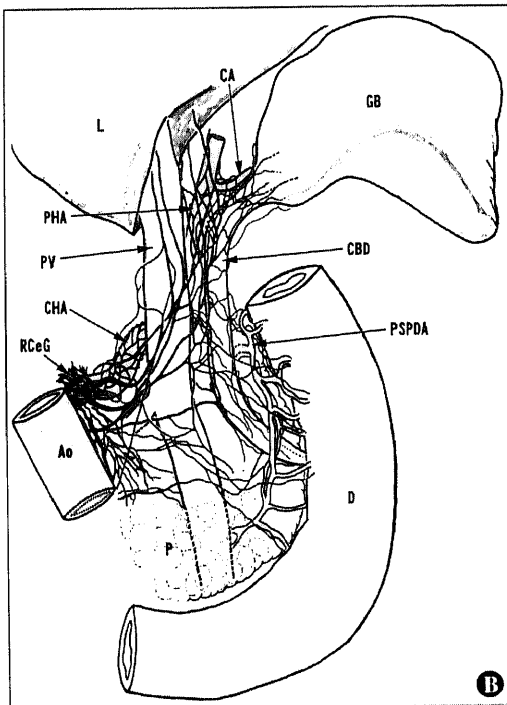
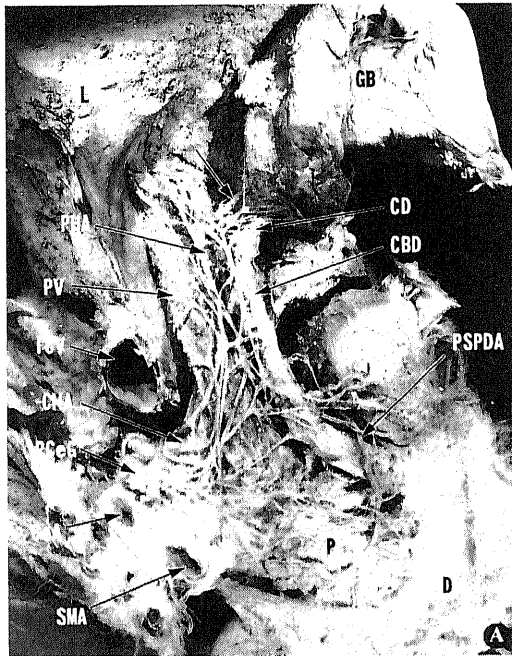


Fig. 5. Photograph (A) and diagram (B) showing an example of distribution of the posterior hepatic plexus. The inferior vena cava and the aorta were removed. Ao, aorta; CA, cystic artery; CBD, common bile duct; CD, cystic duct; CeA, celiac artery; CHA, common hepatic artery; D, duodenum; GB, gallbladder; IVC, inferior vena cava; L, liver; P, pancreas; PHA, proper hepatic artery; PSPDA, posterior superior pancreaticoduodenal artery; PV, portal vein; RCEG, right celiac ganglion; SMA, superior mesenteric artery. (X0.5)

も分布した。神経は神経網を形成して胆嚢動脈および胆嚢管に沿って、また直接に胆嚢へ分布した (図 4A, B)。肝枝から直接胆嚢へ分布する神経は本研究では観察されていなかった。

胆嚢管と総肝管の高位合流 (肝門のすぐ下) は 10 例中 3 例に認められたが、この 3 例では胆嚢管に分布した神経と肝臓内に分布した神経の間に豊富な繋がりが観察された。胆嚢動脈の数は 1 本が 6 例, 2 本が 4 例であった, このうち 1 例の胆嚢動脈は肝臓の中の動脈枝から分枝し, その動脈に伴行する神経は肝臓内に分布している神経からであった。

後肝神経叢は腹腔神経叢から発して門脈, 胆管の後面を通過して 3-4 本の神経束を形成し, 神経は肝臓や総胆管に至った。後肝神経叢から総胆管に分布した神経は管壁に密着して走行し, 上行枝と下行枝とに別れ, 上行枝は太く, 胆嚢管根部でさらに細い枝を出して, 胆嚢管に沿って胆嚢に分布した。また神経は胆嚢管の周りで前肝神経叢からの枝と豊富に連絡していた。10 例のうち 2 例は後肝神経叢からの枝が胆嚢動脈に伴行する神経に合流することが観察された。一方, 下行枝は細く, 多数分枝し総胆管壁に入るほか, 一部は十二指腸乳頭部まで至った。この上行と下行する神経繊維は総胆管や門脈の後面で多数の交通枝を有していた (図 5A, B)。

## Ⅲ. 症例の呈示

観察された主な神経枝は表 1 にまとめて示した。

剖検例 1: (女性 94 歳 死因: 肺炎)

前迷走神経幹及び後幹から出た枝は噴門の右側で合流し 1 本の肝枝を形成して肝胃間膜の中を通過して肝門へ向う, 肝枝は肝十二指腸間膜の近くで 3 本の枝に分かれ, 1 本は肝臓に入り, あと 2 本は右胃動脈起始部の近くの前肝神経叢に合流した。前肝神経叢から出た枝は直接に十二指腸第 1 部の上部に分布し, 2 本の枝が分枝して右胃動脈に沿って走行した。肝枝から分枝して肝胃間膜の中に下降し幽門へ向う幽門枝は観察されなかった。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し, 右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し, 幽門動脈に沿って分布した。左, 右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を通過して肝門に流入した (図 6A, B)。

剖検例 2: (女性 81 歳 死因: 脳出血)

肝枝は 2 本で前幹から由来し, 肝胃間膜の中を通過して肝門に向う, 上の 1 本は肝臓に入り, 下の 1 本は右胃動脈起始部左側の前肝神経叢に加入した。前肝神経叢から出た枝は直接に十二指腸第 1 部の上部に分布し, また右胃動脈に沿って下降した。

Table.1 The innervation in the pylorus of superior part

Case	Number of hepatic branches	Route I	Route II	Route III
1	1	○		○
2	2	○	○	○
3	1	○		○
4	4	○	○	○
5	4	○		○
6	3	○	○	○
7	4	○		○
8	4	○		○
9	5	○	○	○
10	3	○	○	○

Route I. The nerve originates from anterior hepatic plexus;

Route II. The nerve descends in the hepatogastric ligament;

Route III. The nerve originates from gastric division of vagus nerve.

肝枝は噴門の右側で1本の枝を出して肝胃間膜中に斜めに下降し、幽門の近くで右胃動脈に沿って走る神経に加入した。前、後胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から分枝し、幽門動脈に沿って分布した。胃小彎の前主神経(Laterjet神経)の終末枝は胃の前壁に沿って幽門輪まで分布していた。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を通して肝門に流入した(図7A, B)。

剖検例3:(女性 83歳 死因:心筋梗塞)

肝枝は1本で前幹から由来し、肝胃間膜の中を通過して肝門に向う。肝十二指腸間膜の近くで3本の枝に分かれ、前肝神経叢に流入した。前肝神経叢からの枝は右胃動脈に沿って下降した。十二指腸第1部の上部に分布した神経は前肝神経叢から直接に分布したほか、右胃動脈に沿う神経からの枝も分布した。肝枝から分枝して肝胃間膜の中を下降し幽門へ向う幽門枝は観察さ

れなかった。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から分枝し、幽門動脈に沿って分布した。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を通して肝門に流入した(図8A)。

剖検例4:(男性 87歳 死因:心筋梗塞)

肝枝は4本で前幹から由来し、肝胃間膜の中を通過して肝門に向う。肝十二指腸間膜の近くで分かれ、上の枝は肝臓に分布し、下の枝は左、右肝動脈の分枝部と右胃動脈起始部の間の前肝神経叢に流入した。前肝神経叢から出た枝は直接に十二指腸第1部の前上部及び後側に分布し、また右胃動脈に沿って下降した。肝枝から分枝して肝胃間膜の中を下降し幽門へ向う幽門枝は観察されなかったが、前、後胃枝から由来した1本の枝は肝胃間膜の中に斜めに通って右胃動脈に沿う神経に流入した。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から出

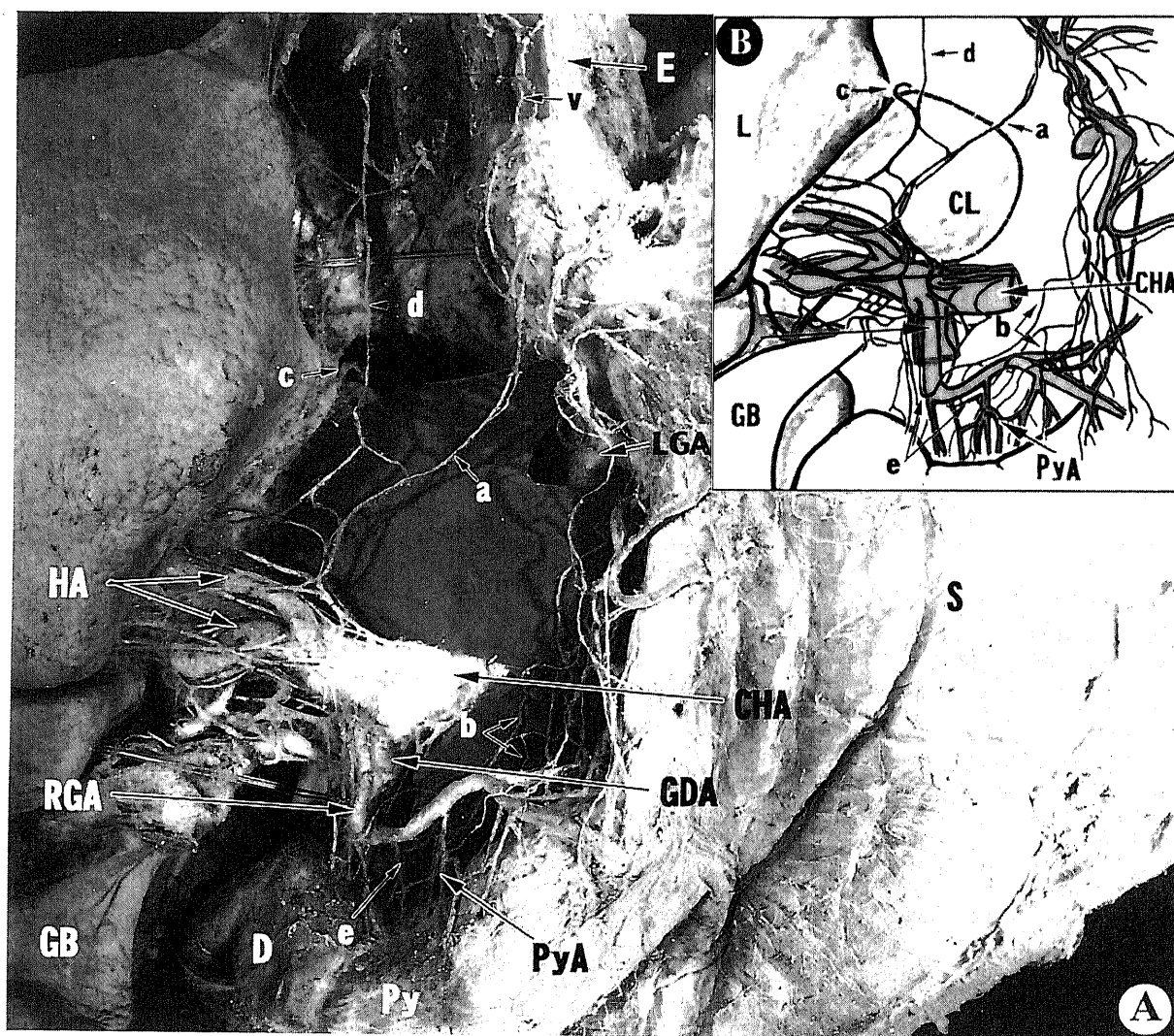


Fig. 6. Photograph (A) and diagram (B) showing case 1 of the nerve supply of the stomach. The branches downward to the pylorus were not observed between the layers of the hepatogastric ligament. a, Hepatic branches running from anterior and posterior vagal trunk. b, The nerves running from the gastric division. c, The offshoot of the right phrenicus. d, The offshoot of the left phrenicus. e, Twigs (sympathetic nerve fiber and vagus fiber) putting out from hepatic plexus, and along the right gastric artery. v, Anterior vagal trunk. CHA, common hepatic artery; CL, caudal lobus; D, duodenum; E, esophagus; GB, gallbladder; GDA, gastroduodenal artery; HA, hepatic artery; L, liver; LGA, left gastric artery; Py, pylorus; PyA, pyloric artery; RGA, right gastric artery; S, stomach. (X0.9)



来し、幽門動脈に沿って分布した。肝臓の矢状溝を通して肝門に向かう横隔膜神経からの枝は観察されなかった (図8B)。

剖検例5：(男性 86歳 死因：肺炎)

前幹からの肝枝は4本であり、上の3本は通常の経路で肝胃間膜の中を通過して肝門に向った。下の1本は上の3本の肝枝からは大きく離れ、小網の真ん中を通過して肝門に向い、右胃動脈起始部右側の前肝神経叢に流入した。前肝神経叢から出た枝は直接に十二指腸第1部の前上部及び後側に分布し、また右胃動脈に沿って下降した。肝枝から分枝して肝胃間膜の中を下降し幽門へ向う幽門枝は観察されなかった。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し、幽門動脈に沿って分布した。横隔膜神経から肝臓の矢状溝を通過して肝門に流入する枝は観察されなかった。この症例は噴門癌が存在した (図8C)。

剖検例6：(男性 73歳 死因：脳出血)

前幹からの肝枝は3本であり、肝胃間膜の中を通過して肝門に向い、上の2本は肝臓の近くで前肝神経叢に流入し、下の1本は右胃動脈起始部上側の前肝神経叢に流入した。前肝神経叢か

ら出た枝は直接に十二指腸第1部の上部に分布し、また2本の枝を出して右胃動脈に沿って下降した。肝枝の起始部及び途中から分枝した枝は肝胃間膜の中で合流して下降し、右胃動脈に沿う神経に流入した。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し、幽門動脈に沿って分布した。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を通過して肝門に流入した (図8D)。

剖検例7：(男性 79歳 死因：脳出血)

前幹からの肝枝は4本であり、肝胃間膜の中を通過して前肝神経叢に入った。前肝神経叢から2本の枝が右胃動脈に沿って下降した。十二指腸第1部の上側及び後側に、前肝神経叢から直接神経が分布し、また、右胃動脈に沿う神経からの枝も分布した。肝枝から分枝して肝胃間膜の中を下降し幽門へ向う幽門枝は観察されなかった。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部に支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し、幽門動脈に沿って分布した。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝に通過して肝門に流入した (図8E)。

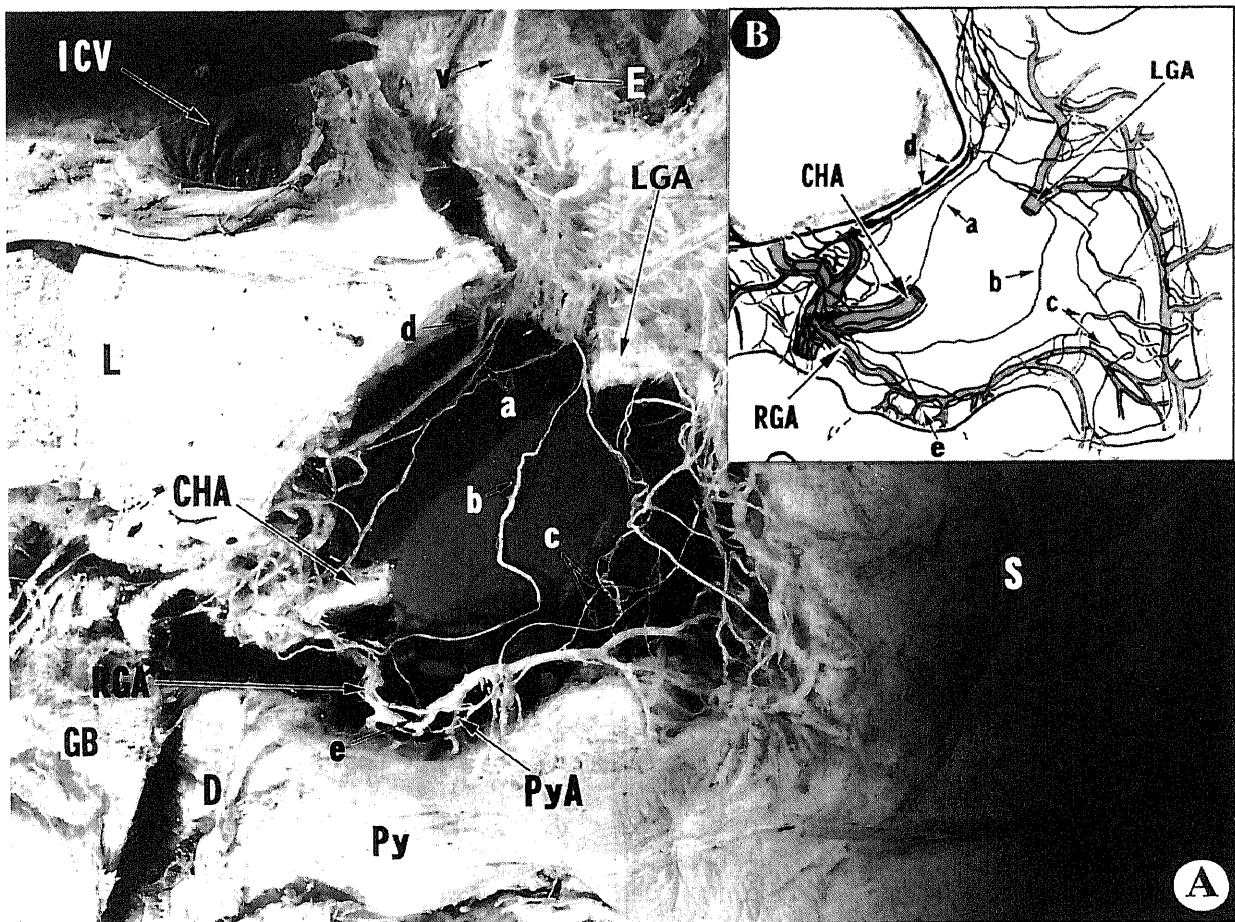


Fig. 7. Photograph (A) and diagram (B) showing case 2 of the nerve supply of the stomach. a, Hepatic branch of anterior vagal trunk. b, Descending branch to pylorus between the hepatogastric ligament, the pyloric branch joins the nerve which is along the right gastric artery. c, Nerves running from the gastric division always join the nerve which is along the right gastric artery. d, The thick offshoot of the right phrenic which entered hepatic plexus according to the sagittal sulcus. e, Twigs put out from hepatic plexus, and distributed to the pylorus along the right gastric artery. v, Anterior vagal trunk. CHA, common hepatic artery; D, duodenum; E, esophagus; GB, gallbladder; IVC, inferior vena cava; L, liver; LGA, left gastric artery; Py, pylorus; PyA, pyloric artery; RGA, right gastric artery; S, stomach. (X1.1)

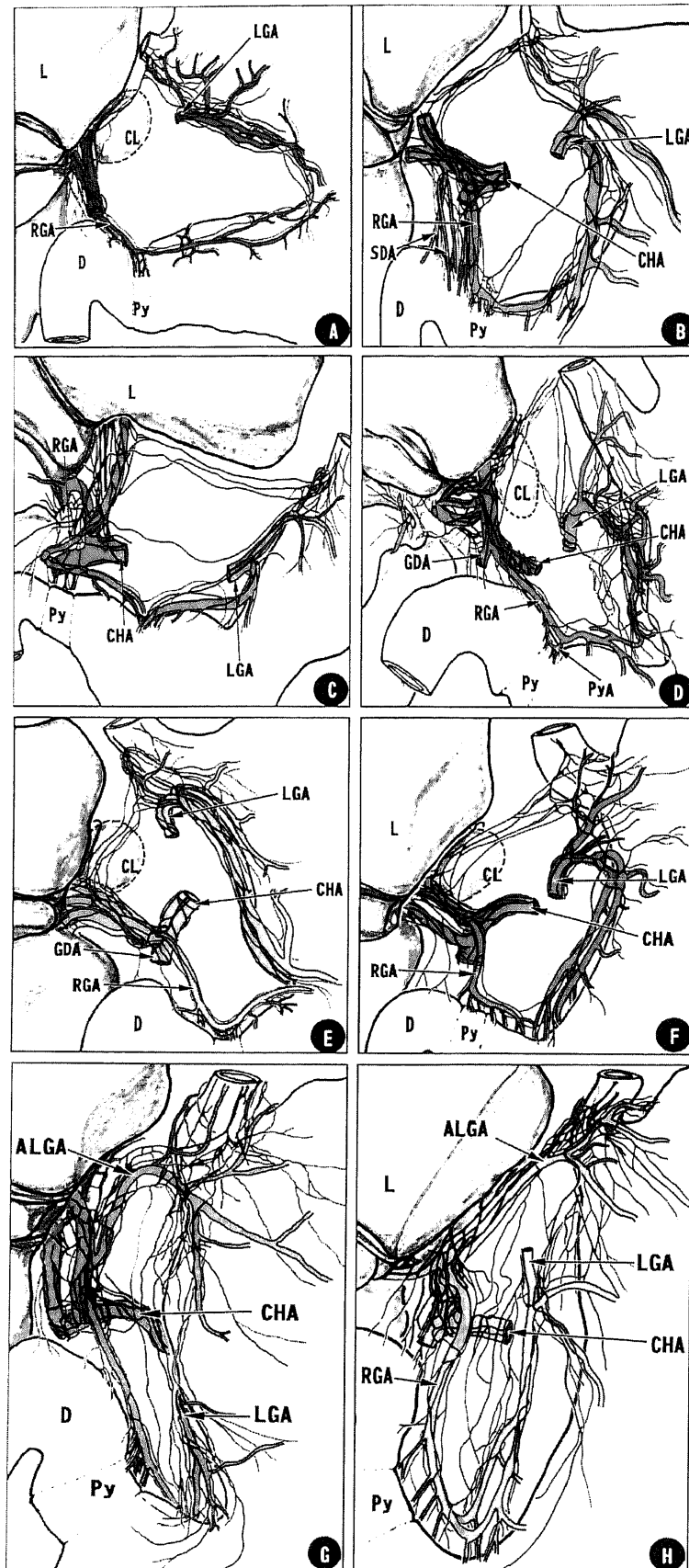


Fig. 8. Diagram showing the nerve supply of the stomach from case 3 to 10. A, C, E, F. The branches downward to the pylorus were not observed between the hepatogastric ligament. B, D, G, H. The branches downward to the pylorus were observed between the hepatogastric ligament. ALGA, accessory left gastric artery; CHA, common hepatic artery; CL, caudal lobus; D, duodenum; GDA, gastroduodenal artery; LGA, left gastric artery; L, liver; Py, pylorus; PyA, pyloric artery; RGA, right gastric artery; SDA, supraduodenal artery.

剖検例8：(男性 75歳 死因：心筋梗塞)

前幹からの肝枝は4本であり、肝胃間膜の中を走って肝門に向い、肝門の近くで上、下に分枝した。上の枝は肝臓に入り、下の枝は右胃動脈起始部の近くで前肝神経叢に流入した。右胃動脈に沿って下降する神経は前肝神経叢から由来した。また十二指腸第1部の上部に分布した神経は前肝神経叢から直接に由来したほか、右胃動脈に沿う神経からの枝も分布した。肝枝から分枝して肝胃間膜の中を下降し幽門へ向う幽門枝は観察されなかった。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し、幽門動脈に沿って分布した。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を走って肝門に流入した(図8F)。

剖検例9：(女性 82歳 死因：くも膜下出血)

前幹からの肝枝は5本であり、副左胃動脈に沿って肝胃間膜の中を走行して前肝神経叢に入った。前肝神経叢から出た枝は直接に十二指腸第1部の上部に分布し、また右胃動脈に沿って下降した。肝枝は噴門の右側で1本の枝を出して肝胃間膜内を下降し、幽門の近くで右胃動脈に沿って走る神経に流入した。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し、幽門動脈に沿って分布した。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を走って肝門に流入した。この症例には副左胃動脈が存在した(図8G)。

剖検例10：(女性 50歳 死因：肺炎)

前幹からの肝枝は3本であり、副左胃動脈に沿って肝胃間膜の中を走行して前肝神経叢に入った。前肝神経叢から出た枝は直接に十二指腸第1部の前上部及び後側に分布し、また右胃動脈に沿って下降した。肝枝途中から分枝して肝胃間膜の中を下降した枝は二つに分かれて、そのひとつの分枝は幽門へ向い、もうひとつは肝十二指腸間膜に入って、右胃動脈に沿う神経に合流した。前胃枝からの分枝は胃小彎に沿って下降し、右胃動脈に沿う神経に合流した。幽門上部を支配する神経は右胃動脈に沿う神経から由来し、幽門動脈に沿って分布した。右横隔膜神経からの枝は肝臓の矢状溝を走って肝門に流入した。この症例には副左胃動脈が存在した(図8H)。

## 考 察

近年、胃癌診断技術の進歩と普及により、早期胃癌が増加している。早期胃癌の根治手術は胃の2/3以上の切除と第2群までのリンパ節郭清を行うD2が標準術式である。この標準術式の成績は治癒率97%と良好で、リンパ節転移の認められる早期胃癌をもよく治癒させる。一方この根治術を受けた人々は、何らかの術後障害に悩むことが少なくなく、術後のQOLの向上策を講じる必要に迫られている。胃癌手術後の障害の原因は、大きく分けて二つある。一つは胃癌に対する胃切除に伴うもので、胃切除術後症候群と総称されている。今一つは、D2郭清による自律神経障害である。

胃手術による自律神経の障害は、消化性潰瘍の治療法としての迷切術が、神経切離の術後障害を回避しようと幹迷切術、選択的迷切術、近位迷切術へと進歩・発展した過程で明らかにされている<sup>10)~13)</sup>。この研究の中で、胃周囲の迷走神経の走行やその損傷の予防は精力的な研究で明らかにされたが、胃よりやや離れた腹腔動脈幹周囲や肝十二指腸間膜などの解剖は現在にいたるまで不明のままであった。その理由は、その必要性にせ

まられなかったことにあると考えられる。

幽門へ分布する神経は迷走神経肝枝から分枝する幽門枝とされ<sup>1)~3)10)</sup>、外科手術書では幽門枝は右胃動脈に沿って幽門に分布する図が多く見られる<sup>5)6)11)</sup>。解剖学書では、佐藤ら<sup>12)</sup>は、迷走神経肝枝は肝茎の中に入って右胃動脈に沿って幽門を支配すると記載し、また教科書「標準外科学」中にも、肝枝より幽門枝が別かれ肝十二指腸間膜内を走行して幽門に至るとされている<sup>13)</sup>。従来の「迷走神経肝枝の分枝は小網の中を走って、幽門へ分布」について肝胃間膜中を走るのか、また肝十二指腸間膜中を走るのか、詳しく書かれておらず、右胃動脈との関係も触れられていなかった。近年は「右胃動脈に沿って幽門へ分布する」ことのみが強調され、実際の神経支配の理解はかなり不十分であった。しかも、同じ迷走神経肝枝からの分枝幽門枝ではあるが、位置によって外科臨床上意味は異なり、解明するのは重要な臨床的価値を持つと考えられる。

今回の検索では、図1に示したように幽門上部の神経分布には三つの経路が存在した。Ⅰは肝枝→肝神経叢→右胃動脈→幽門への経路で、この経路については近年多くの臨床医が認める場所である。Ⅱは肝胃間膜の中を下行して幽門へ分布する経路で、本研究によると、この神経は直接に幽門へ分布するのではなく、いずれも右胃動脈に沿う神経に合流してから幽門に分布する。また症例によって、合流する場所は右胃動脈の根部や幽門の近くなどそれぞれ異なり、手術時にこの幽門枝を確認できない症例も経験されていた。今回の検討でも10例のうち5例には認められなかった。Ⅲは迷走神経胃枝からの分枝で、この経路についてこれまでまだ重視されたことはなかった。Mitchell<sup>3)</sup>は左胃神経叢からの分枝が直接に幽門へ分布することを報告した。本研究ではすべての症例において迷走神経胃枝からの分枝が小彎に沿って下行し、右胃動脈に沿う神経と吻合することが観察された。古典的記載では、Latarjet神経最終枝は幽門まで到達していない。換言すれば正中線を越えないとされているが、近年の研究では幽門に達する場合も認められるようである<sup>14)</sup>。本研究によると前胃枝からの分枝(経路Ⅲ)は右胃動脈に深く関わっており、後胃枝から分枝することも認められた。以上より、迷走神経胃枝からの分枝は幽門に分布していると考えられる。

Skandalakisら<sup>4)</sup>は迷走神経幽門枝について、肝枝からの分枝は小網の中を下降して幽門に至ると記載している。McCrea<sup>2)</sup>はすでに迷走神経肝枝の終末分枝経路を詳しく報告しており、彼の結果によると迷走神経肝枝終末の一部は肝門に分布し、残りは下行して直接に幽門、十二指腸第一部へ分布する経路、右胃動脈に沿って幽門に分布する経路、胃十二指腸動脈に沿って幽門、十二指腸第一部に分布するほか、臍頭、十二指腸第二部にも分布する経路、肝動脈壁に沿って走行する経路、交感神経と連絡して胆嚢へ分布する経路の5つに分かれるとされる。今回の検討では、幽門上部の神経分布について3つの経路が観察されたが、この3つの経路はともに最終的に右胃動脈に沿うように互いに繋がっていた。本論文では、小網の中を走る迷走神経幽門枝について、肝胃間膜と肝十二指腸間膜とに分けて説明しえたが、これは外科臨床において、極めて重要な意味がある。

術中肉眼的に神経を判明することは難しいため、早期胃癌に対して、リンパ節の郭清と幽門枝の温存をどのように両立させるかが外科医の一つの課題になる。本研究結果では、幽門上部



への神経支配は、肝枝→肝神経叢→右胃動脈→幽門への経路(図1のⅠに相当)だけではなく、肝胃間膜の中を下行する幽門枝(図1のⅡに相当)あるいは迷走神経胃枝の分枝からの幽門枝(図1のⅢに相当)ともに幽門へ至ることが判明した。手術中に肝十二指腸間膜内リンパ節の郭清によって、肝神経叢から右胃動脈に沿う神経枝(経路Ⅰ)が損傷される可能性がある。しかし、経路Ⅱ、Ⅲがあることから、術後幽門機能の影響が少ないと考えられる。本研究によると経路Ⅱは全部の症例には見られず、また経路Ⅲの神経枝は経路Ⅰの神経枝より細かったことから、経路Ⅰが最も重要と思われる。すなわち、早期胃癌の手術に対して経路Ⅱ、Ⅲ存在を考慮せずに肝十二指腸間膜内で右胃動脈に沿う神経だけ(図1のⅠに相当)を温存したとしても、幽門上部への神経支配は温存できると思われる。ただし、この神経はかなり細いため、神経を温存するには右胃動脈とともに温存すべきと思われる。臨床研究の結果を見ると早期胃癌において、幽門上リンパ節転移陽性例は粘膜癌と粘膜下層癌を合わせて355例中2例(0.6%)<sup>15)</sup>と、かなり低率であることから、右胃動脈及び幽門神経を温存できる可能性が高くなる。

しかし、幽門上部に分布する神経はかなり細いことから、幽門の機能に与える影響がどの程度あるか不明である。そこで幽門の後面・下部に分布する神経が問題になる。幽門下動脈は胃十二指腸動脈または右胃大網動脈から分枝し、ほぼ97.6%は十二指腸第一部及び幽門を支配し、70.5%は幽門前庭部に分布する<sup>16)17)</sup>。本研究では胃十二指腸動脈に沿う神経は前肝神経叢から由来し、脾臓、十二指腸および幽門後面に直接分布するほか、幽門下動脈に沿って幽門下部へ分布する経路も確認された。幽門下部の神経についての詳しい報告は今まで認められないが、この神経の存在は無視できない。近年、幽門保存胃切除術に対して、幽門下動脈の温存も行われているが<sup>11)18)</sup>、同時に神経も温存できると考えられる。

1952年にJohnsonら<sup>19)</sup>が迷走神経切離後には胆嚢の弛緩が起こり、胆石が形成されやすいことを初めて報告した。以来、迷走切離後に胆嚢機能障害が起こり、胆嚢収縮ホルモンのコレシストキニン(cholecystokinin)の変動や胆嚢の形態変化が起こることも明らかにされてきた。しかし、胆嚢への神経分布は今まで肝神経叢からであると記載されているが<sup>7)20)</sup>、具体的な経路についてはほとんど見られない。

本研究によると、迷走神経から直接胆嚢へ分布する神経は観察されなかった。迷走神経からの枝は二つの経路を経由して胆嚢に分布すると考えられる。一つは迷走神経肝枝→前肝神経叢→胆嚢であり、もう一つは迷走神経腹腔枝→腹腔神経叢→後肝神経叢→胆嚢である。Berthoudら<sup>20)</sup>はトレーサーDiIを使ってラットの肝臓、門脈及び胆道系統の迷走神経分布を追跡し、そして、肝神経叢の中に迷走神経線維の存在を証明した。Franksson<sup>7)</sup>は肉眼解剖と組織学的検索で、後肝神経叢から由来して総胆管に分布する神経は上行枝と下行枝とに別れ、上行枝は肝臓と胆嚢に分布する、下行枝は総胆管壁に枝を与えながら乳頭部に至るとし、また後肝神経叢からの枝は胆嚢へ分布すると報告した。

肝神経叢は前肝神経叢と後肝神経叢に分かれるが、この分類が初めて行われたのは19世紀である。Alexander<sup>21)</sup>は前肝神経

叢が左腹腔神経節からの神経と左迷走神経から形成され、後肝神経叢は右腹腔神経節からの神経と右迷走神経から形成されると報告した。前、後肝神経叢は肝門に分布する経路が異なり、それによって、肝神経叢を前、後に区別している学者も多数みられる<sup>8)22)23)</sup>。

胃切除術を行う際、後肝神経叢から胆嚢へ分布する枝は損傷しにくいし、また胆嚢管の周囲には前肝神経叢からの枝と後肝神経叢からの枝の豊富なつながりもある。従って、理論的には術中に肝枝を損傷しても胆嚢へ分布する迷走神経の線維も一部は残るため、胆嚢機能障害や胆石発生につながる可能性は少ないと思われる。しかし、臨床的には肝枝温存は非温存の胃手術に比べて、手術後の胆石症の発生率はるかに低い<sup>24) 25)</sup>。その理由として、ひとつには後肝神経叢から胆嚢へ分布する迷走神経の線維が少ない、もうひとつには胆嚢機能に関して前迷走神経幹(左迷走神経)は後迷走神経幹(右迷走神経)より重要であると考えられる。

胃癌根治胃切除術を行う際に予防的胆嚢摘出術を施行している施設もあるが<sup>27)</sup>、術後のQOLにおよぼす影響を評価することは難しい。胃手術の時に迷走神経、とくに迷走神経肝枝の温存を行うことにより、術後の胆嚢機能は良好に保たれ、胆石発生予防の面からも有用であると考えられる<sup>28)</sup>。

症例によって、神経分布の形態がさまざまであるが、その中に特定の共通点があり、そのような神経解剖を十分理解した上で、神経を温存することが、術後のQOLを改善すると考えられる。

## 結 論

解剖実習体10体を用いて、ヒトの幽門及び胆嚢の神経分布を実体顕微鏡下で観察し、以下の成績を得た。

1. 幽門への神経支配は幽門上部の神経枝と幽門後面・下部の神経枝とに分けられた。

2. 幽門上部への神経支配は以下の三つの経路が認められた。

肝枝が肝門近くで前肝神経叢に参入する経路はすべての症例に存在し、神経は右胃動脈に沿って幽門へ分布した。肝胃間膜内を下降して右胃動脈に沿う神経に参入する経路は10例中5例に認められ、内4例は肝枝から分枝し、1例は前、後胃枝からの分枝であった。迷走神経胃枝からの分枝が胃小弯に沿って下降し、右胃動脈に沿って走る神経に合流する経路の神経は肝枝より細く、すべての症例に認められた。

3. 幽門後部と下部では胃十二指腸動脈や右胃大網動脈・幽門下動脈に伴走する神経の参画が認められた。

4. 前迷走神経幹からの肝枝は全例において前肝神経叢に合流し、前肝神経叢に進入する枝の数は、中間値5本(3—6本)であった。進入部位は左右の肝管合流部より肝臓側の肝門、右胃動脈根部、そしてその中間とすると、それぞれ全例合計で13本、22本、11本で特異性はなかったが、約85%の枝は左肝動脈及び右胃動脈起始部の周りの前肝神経叢に流入することが判明した。

5. 肝枝から直接胆嚢へ分布する神経は本研究では観察されなかった。

6. 胆嚢への神経支配は前肝神経叢及び後肝神経叢由来であることが判明した。前・後肝神経叢からの枝は胆嚢管の周囲に繋がわり、胆嚢神経叢を形成し、最終的に神経は胆嚢管および胆嚢動脈に沿って、また直接に胆嚢へ分布することが確認された。

# 謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導と御検閲を賜りました恩師がん局所制御学分野三輪晃一教授、ならびに解剖の御指導を賜りました神経分布路形態形成学分野田中重徳教授に深甚なる謝意を捧げます。また本研究の遂行にあたりご助言を賜りましたがん局所制御学分野助手藤村隆先生、神経分布路形態形成学分野助手易及勤先生及び下川隆先生に厚く御礼申し上げます。

# 文 献

- 1) Latarjet A, Bonnet P, Bonniot A. Les nerfs du foie et des voies biliaires. Lyon Chir 17: 13-35, 1920
- 2) McCrea ED. The abdominal distribution of the vagus. J Anat 59: 18-40, 1924
- 3) Mitchell GAG. A macroscopic study of the nerve supply to the stomach. J Anat 75: 50-63, 1940
- 4) Skandalakis LJ, Skandalakis JE. The history and surgical anatomy of the vagus nerve. Surg Gynecol Obstet 162: 75-85, 1986
- 5) 今村幹雄, 三上幸夫, 高橋広喜, 中島裕人, 山口英生. 早期胃癌に対する迷走神経肝枝温存による幽門保存胃切除術. 手術 51: 437-442, 1997
- 6) 渡辺洋三, 津村秀憲, 中 尊宜. 幽門保存胃切除術. 臨外 51: 1255-1261, 1996
- 7) Franksson C. The innervation at the common bile duct-duodenal junction from a surgical point of view. Acta Chir Scand 96: 163-177, 1947
- 8) 佐藤達夫, 伊藤雅史, 坂本裕和, 杉原健一. 胆嚢の脈管・神経系の局所解剖. 消化器外科 22: 19-29, 1999
- 9) 日本解剖学会編. 解剖学用語. 改訂12版, 85-91, 131-133, 185 丸善株式会社, 東京, 1987
- 10) Jackson RG. Anatomic study of the vagus nerves. Arch Surg 57: 333-352, 1948
- 11) 山口俊晴. 胃周辺のリンパ系と自律神経系. 外科 62: 373-377, 2000

- 12) 佐藤達夫, 平馬貞明. 胃十二指腸移行部の神経と血管の局所解剖. 手術 48: 1743-1750, 1994
- 13) 武藤輝一, 田辺達三. 標準外科学, 第5版, 379-380 頁, 医学書院, 東京, 1988
- 14) Skandalakis JE, Gray SW, Soria RE, Sorg JL, Rowe JS. Distribution of the vagus nerve to the stomach. Am Surg 46: 130-139, 1980
- 15) 平泉 宣, 望月 泉, 楠田和幸, 平野拓司, 八重樫定則, 佐々木 崇, 佐熊 勉, 富地信和. 早期胃癌手術例の検討 (2); リンパ節の転移分布. 岩手県病院医学会誌 40: 1-6, 2000
- 16) 高室 雅, 村上 弦, 平田公一. 十二指腸第 I・II・III 部の動脈支配 (同領域縮小手術の解剖学的考察). 日消外会誌 31: 825-835, 1998
- 17) 村上 弦. 膵頭十二指腸の血管に関する知見補遺. 外科 62: 397-405, 2000
- 18) 沢井清司, 阪倉長平, 大辻英吾, 北村和也, 谷口弘毅, 萩原明於, 山口俊晴. 幽門保存胃切除術 (とくに幽門下動脈の温存法について). 臨外 53: 1529-1534, 1998
- 19) Johnson FE, Boyden EA. The effect of double vagotomy on the motor activity of the human gallbladder. Surgery 32: 591-601, 1952
- 20) Berthoud HR, Kressel M, Neuhuber WL. An anterograde tracing study of the vagal innervation of rat liver, portal vein and biliary system. Anat Embryol 186: 431-442, 1992
- 21) Alexander WF. The innervation of the biliary system. J Comp Neurol 72: 357-370, 1940
- 22) 三輪晃一. 胃癌手術での神経温存一肝神経叢温存の重要性を中心. 消化器外科 22: 1237-1244, 1999
- 23) 山際健太郎, 川原田嘉文. 肝癌手術時の神経切除と温存のコツー肝内胆管細胞癌を中心に. 手術 48: 1147-1153, 1994
- 24) Mujahed Z, Evans JA. The relationship of cholelithiasis to vagotomy. Surg Gynecol Obstet 133: 656-658, 1971
- 25) Csendes A, Larach J, Godoy M. Incidence of gallstones development after selective hepatic vagotomy. Acta Chir Scand 144: 289-291, 1978
- 26) Ihász M, Griffith CA. Gallstones after vagotomy. Am J Surg 141: 48-50, 1981
- 27) 谷村雅一, 岡島邦雄, 磯崎博司, 中田英二. 胃癌手術と予防的胆嚢摘出術. 胆と膵 15: 765-769, 1994

**Innervation of pylorus and gallbladder** Ru Fei, Department of Surgery II, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University, Kanazawa 920-8640 — J. Jusen Med Soc., **113**, 2 — 12 (2004)

**Key words** pylorus, gallbladder, right gastric artery, vagus, clinical anatomy

#### **Abstract**

Recently, clinical research for early gastric cancer has been aimed at reserving postoperative gastrointestinal function as well as providing a radical cure. It is critical for surgeons to know about innervations in the epigastric region, but few reports have been made demonstrating the anatomy of the autonomic nervous system, especially innervations to the pylorus and the gallbladder. Intraoperative injuries to these nerves cause pyloric insufficiency and/or cholecystolithiasis. In the present study, ten cadavers were minutely anatomized with a binocular microscope in order to clarify the relation between the morphology of neural distribution to the gallbladder and pylorus, and the hepatic plexus. As a result, the innervation to the pylorus consisted of a nerve branch to the upper part of the pylorus and nerve branches to its posterior and inferior parts. Three routes were observed in the innervation to the upper part of the pylorus. In the first route, the hepatic branches join an anterior hepatic plexus in the vicinity of the hepatic hilum, and the nerve branch is finally distributed to the pylorus along the right gastric artery; this route was seen in all 10 cases. In the second route a nerve descends to the hepatogastric ligament and joins the nerve along the right gastric artery. Out of the ten examples examined, five cases were observed in this route, four of which branched from the hepatic branches, while the other branched from the anterior and posterior gastric division. In the case of the third route, branches from the gastric division of the vagus nerve, which descends along the gastric lesser curvature, join the nerve along the right gastric artery. This route was seen in all cases, but the nerve was thinner than those from the hepatic branches. The nerve branches to the posterior and inferior parts of the pylorus originate from nerves running along the gastroduodenal artery, the right gastroepiploic artery and/or the infrapyloric artery. Though the innervation to the gallbladder had not previously been clarified, we showed that the nerves originated from the anterior hepatic plexus and the posterior hepatic plexus, joined together around the cystic duct to form the gallbladder plexus and then finally reached the gallbladder. Furthermore, we found a nerve that was distributed to the gallbladder along the cystic artery, though no nerve distributed directly to the gallbladder from the hepatic branches was observed in this study.